

1. はじめに

環境保全に対する社会的意識の向上に伴って現在し尿処理場で要求されている放流水のCODは、 20 mg/l 以下と非常に厳しい水質が要求されることが多い。このため、希釈水を使用しない高負荷のし尿処理プロセスへの活性炭吸着処理ユニットの組み込みは、凝集沈殿処理プロセスとともに必要不可欠となり、凝集沈殿処理で十分に除去できない低分子のCOD成分を除去するために重要な役割を果たしている。

活性炭吸着塔は1塔方式と複数塔方式に大別されるが、1塔方式では活性炭交換時に飽和した活性炭だけでなく一部の未飽和活性炭も一緒に交換されるため、活性炭単位重量当たりのCOD吸着量は少なくなる。一方、複数塔方式では飽和状態の活性炭のみを取り出すことができるので、活性炭のCOD吸着量は1塔方式に比べて当然大きくなる。多塔方式の代表的な例がメリーゴーランド方式である。しかし、メリーゴーランド方式の場合は、水の流れを順次変えていく方法を採用しているので必要な弁の個数が増え、運転操作も複雑になる。

今回メリーゴーランド方式の利点を取り入れ、その欠点を解消することを目的とした新しい多塔式上向流型活性炭吸着塔を開発した。本装置は既に5施設で稼働しており、今後も順次納入が予定されている。また、この活性炭処理装置はし尿処理に限定されず、同様の目的で他の水処理プロセスにも適用することができる。

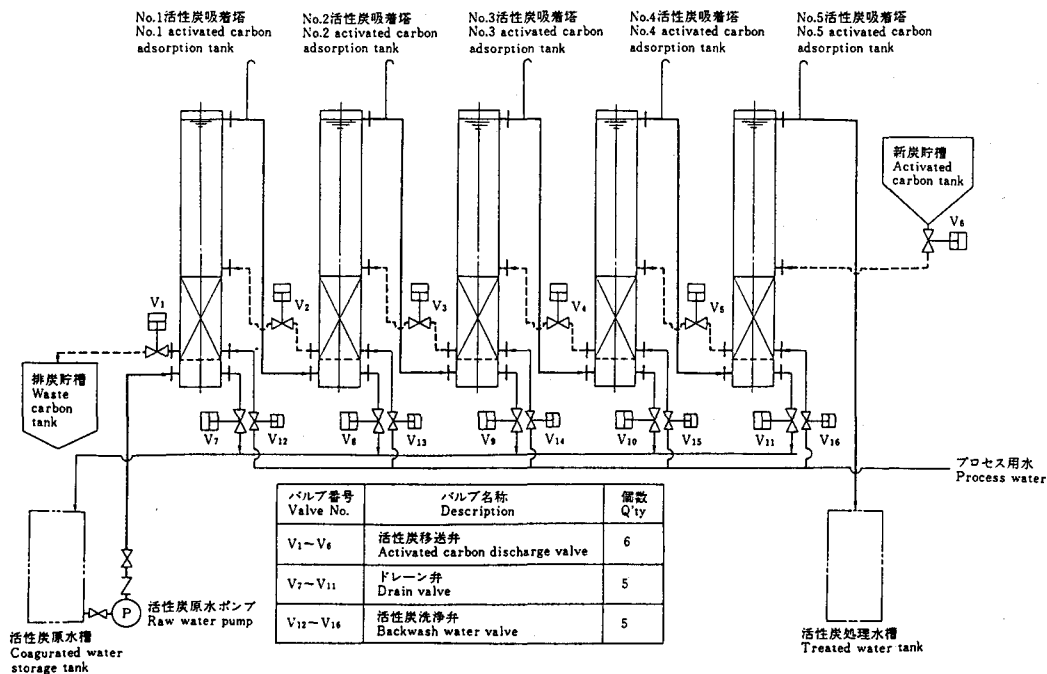


図1 上向流多段式活性炭吸着装置フローシート

Fig. 1 Flow sheet of up-flow activated carbon adsorption system

2. 多塔式上向流型活性炭吸着塔の構造

本装置のフローシートを図1に示す。

多塔式上向流型活性炭吸着塔は活性炭原水槽、複数の活性炭吸着塔、新炭貯槽、排炭貯槽から構成した。各活性炭吸着塔は流入・流出管と活性炭移送管で連結した。また、活性炭の移送を良好に行うためにそれぞれの活性炭吸着塔には活性炭洗浄弁を設けた。

2. 1 通水工程

原水は活性炭充填層を上向流で通過させて上部から流出し、次の塔も同様に上向流で流した。本装置では活性炭吸着塔に流入・流出する水の流れを一定とし、水の流れとは逆向きに活性炭を順次移送させた。

2. 2 活性炭の移送工程

活性炭の移送は通水停止時に活性炭吸着塔の水頭差を利用して行った。まず、第1塔の活性炭移送弁を開いて飽和状態の活性炭を排出する。次に第2塔の移送弁を開く。この塔には水が充滿されているので第1塔との水頭差により水の流れが生じ、第2塔の活性炭が第1塔に移送される。この操作を順次行い、最終塔に新炭を供給して、一連の活性炭の移送を終了する。

活性炭吸着塔の断面積が大きい場合は、活性炭吸着塔底部に活性炭が安息角を形成して残留する活性炭量が多くなり、所期の量を移送することができなくなる。このため各塔に活性炭洗浄弁を設け、移送終了直前にこの洗浄弁を開いてプロセス用水を流入させ、活性炭吸着塔内の流れを乱して安息角の形成を阻止し、活性炭を良好に移送できるようにした。弁の開閉状態の設定を図2に示す。

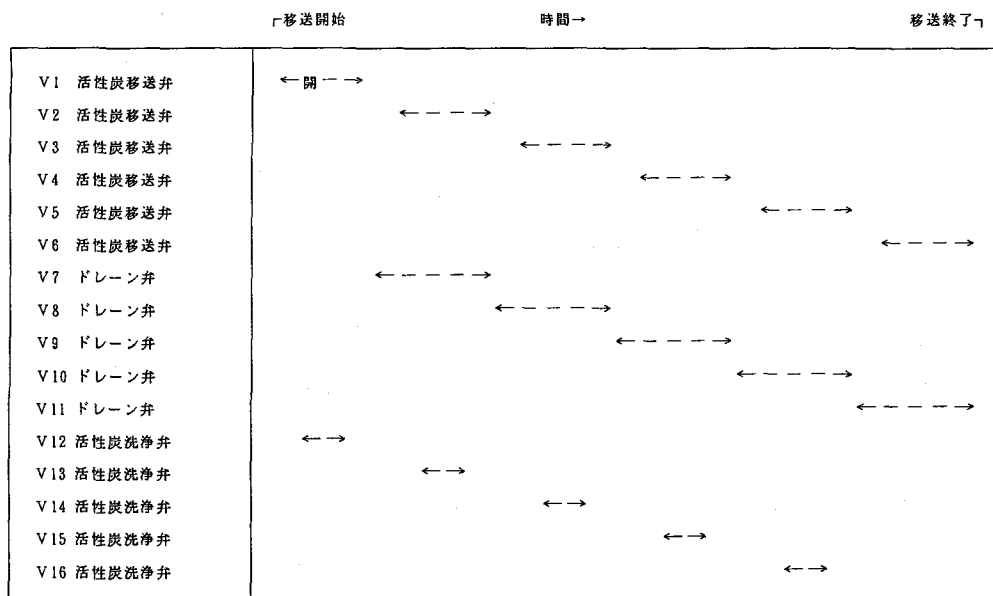


図2 弁開閉状態図

Fig 2 Situation of valves

3. 活性炭吸着量試験

高負荷脱窒素処理水を硫酸バンド ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ 、平均注入率 1500 mg/l) で凝集沈殿処理した処理水を原水として活性炭吸着量試験を行った。以下にその方法と結果を示す。

3. 1 運転方法

内径 1100 mm 、高さ 3010 mm の活性炭吸着塔を6塔連結して実験をおこなった。使用した活性炭は粒径 $0.5 \sim 2.38\text{ mm}$ であり、各塔に充填高さが 500 mm となるように活性炭を供給した。(図1、図2は5塔連結の状態を示しているが、実験は6塔で行った。)

運転は活性炭原水槽の液面レベルによる活性炭原水ポンプの起動・停止により行い、通水時の条件は $\text{SV} = 3.1\text{ m}^3/\text{m}^3\text{ h}$ 、 $\text{LV} = 14.0\text{ m/h}$ とした。弁の開閉はコントロールユニットによる自動で行い、タイマーで開閉時間を設定した。

3. 2 運転結果

運転結果を表1に示す。

いずれも活性炭移送後 $20 \sim 24$ 時間後にサンプリングを行い、過マンガン酸カリウム酸性法によりCODを測定した。使用済活性炭のCOD吸着量は平均 0.12 g-COD/g-AC となり、平均 70.6 mg/l あった原水のCODが平均 12.1 mg/l まで低下した。

本実験の結果、多塔式上向流型活性炭吸着塔は従来よりも高いCOD吸着量が得られることが確認された。また、多塔式のため高さ制限のある建屋内への設置が容易であり、逆洗操作も不要である等多くの長所を持っているため、今後も実施への導入を進めていく方針である。

表1 活性炭吸着量

Table 1 Adsorption by activated carbon

No.	延べ通水量 Total volume of treated water (m^3)	原水平均水質 Influent water quality (COD-mg/l)	処理水平均水質 Effluent water quality (COD-mg/l)	COD吸着量 Unit COD adsorption (g-COD/g-AC)
1	133.3	121.9	15.8	0.13
2	151.5	85.5	13.4	0.10
3	208.7	58.0	10.9	0.09
4	247.2	60.6	13.4	0.12
5	268.4	56.6	12.9	0.12
6	195.7	60.6	7.7	0.09
7	251.5	63.1	12.2	0.12
8	242.6	62.3	9.5	0.12
9	228.7	64.8	12.4	0.12
10	253.8	72.3	12.6	0.14
11	226.3	70.6	11.8	0.12
平均	218.9	70.6	12.1	0.12